

METHOD OF EVALUATING SITTING/TRAVELLING FATIGUE, METHOD OF EVALUATING SEAT FOR VEHICLE AND ON-VEHICLE SEAT EVALUATION SIMULATOR

Patent number: JP2003118458

Publication date: 2003-04-23

Inventor: UENISHI KATSUO

Applicant: DAIHATSU MOTOR CO LTD

Classification:

- international: **B60N2/44; G01N33/493; G01N33/74; B60N2/44; G01N33/487; G01N33/74; (IPC1-7): G01N33/493; B60N2/44; G01N33/74**

- european:

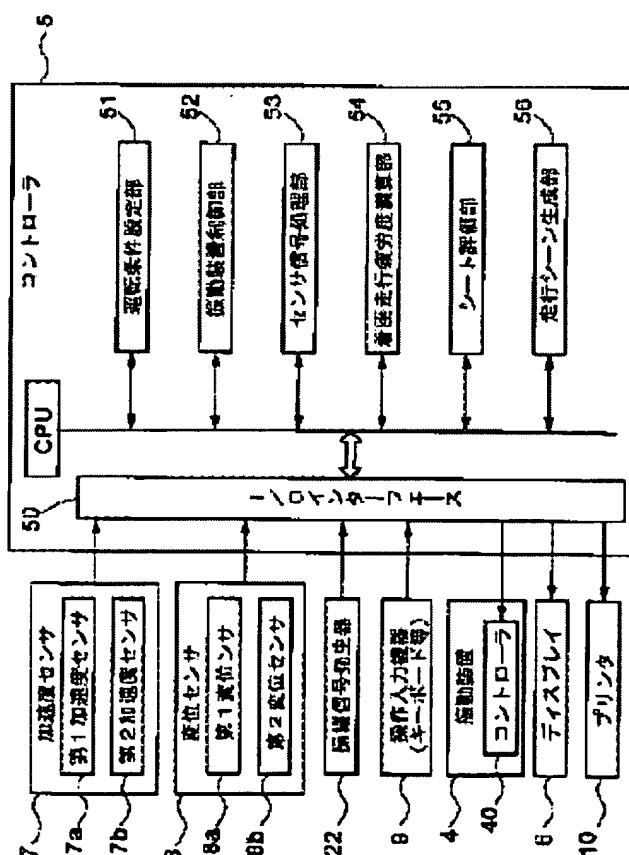
Application number: JP20010312601 20011010

Priority number(s): JP20010312601 20011010

Report a data error here

Abstract of JP2003118458

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a technology for the functional evaluation of a seat by using a sitting/travelling fatigue evaluation method for evaluating the fatigue affecting the body of a passenger sitting on a seat of a running vehicle. **SOLUTION:** The evaluation simulator for a seat of a vehicle comprises a displacement sensor 8, a vibrator device 4, an acceleration sensor 7, an operating part 54, and an evaluating part 55. The displacement sensor 8 is for measuring the quantity of flexure in a part corresponding to the back of the passenger's body sitting on the seat 3 and the quantity of flexure in a part corresponding to the thigh parts of the passenger's body. The vibrator device 4 is for putting the seat in the condition when the vehicle is running. The acceleration sensor 7 is for measuring the rate of change of the left/right acceleration in the 2-4 Hz range of the head of the passenger's body in the vehicle running condition and the upper/lower acceleration in the 1-2 Hz range of the seat. The operating part 54 is for calculating the fatigue of the passenger's body sitting/travelling on the seat of the running vehicle based on the measured flexure quantities, the rate of change of the left/right acceleration and the upper/lower acceleration. The evaluating part 55 is for evaluating the seat for the vehicle based on the result of the operation executed by the operating part.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

B 6 0 N 2/44

B 6 0 N 2/44

2 G 0 4 5

G 0 1 N 33/74

G 0 1 N 33/74

3 B 0 8 7

// G 0 1 N 33/493

33/493

A

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-312601(P2001-312601)

(22) 出願日 平成13年10月10日 (2001. 10. 10)

(71) 出願人 000002967

ダイハツ工業株式会社

大阪府池田市ダイハツ町1番1号

(72) 発明者 上西 甲朗

大阪府池田市桃園2丁目1番1号 ダイハツ工業株式会社内

(74) 代理人 10010/308

弁理士 北村 修一郎

Fターム(参考) 2G045 AA16 CB03 DA18

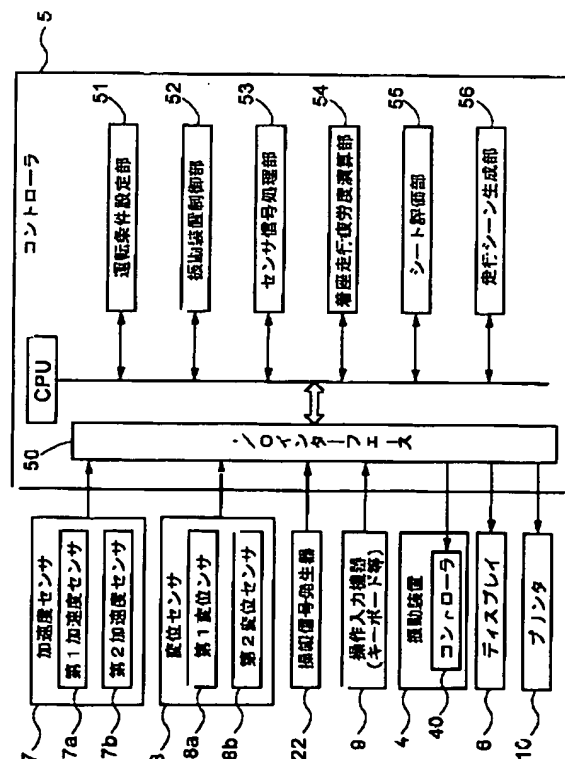
3B087 DE08 DE10

(54) 【発明の名称】 着座走行疲労度評価方法、車両用シート評価方法及び車両用シート評価シミュレータ

(57) 【要約】

【課題】 走行状態のシートに着座した人体に及ぼされる疲労度を評価する着座走行疲労度評価方法を用いたシートの官能的評価技術を提供する。

【解決手段】 人体が着座した際にシート3に生じる人体の背中付近に対応する部分のたわみ量と人体の大腿部付近に対応する部分のたわみ量を測定するための変位センサ8と、シートを車両走行状態にする振動装置4と、車両走行状態での人体の頭の2～4Hz領域での左右加速度変化率とシートの1～2Hz領域での上下加速度を測定するための加速度センサ7と、測定された両たわみ量と左右加速度変化率と上下加速度から人体の着座走行の疲労度を算定する演算部54と、演算部の演算結果から車両用シートの評価を行う評価部55とからなる車両用シート評価シミュレータ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】人体が着座した際に車両用シートに生じるクッション特性を測定するステップと、車両走行状態における人体又はシートあるいはその両方の振動特性を測定するステップと、前記クッション特性と振動特性から前記人体の着座走行の疲労度を定量的に算定するステップとからなる着座走行疲労度評価方法。

【請求項2】前記算定ステップにおいて、人体に対して測定された着座走行の疲労度と前記クッション特性と前記振動特性から統計学手法によって決定された演算式が用いられることを特徴とする請求項1に記載の着座走行疲労度評価方法。

【請求項3】前記演算式は、前記クッション特性と前記振動特性を説明変数とし、前記疲労度を目的変数とする重回帰分析より得られたものであることを特徴とする請求項2に記載の着座走行疲労度評価方法。

【請求項4】前記クッション特性には人体の背中付近に対応する部分のたわみ量と人体の大腿部付近に対応する部分のたわみ量が含まれ、前記振動特性には人体の頭の2～4 Hz領域での左右加速度変化率とシートの1～2 Hz領域での上下加速度が含まれており、かつ前記疲労度は人体の着座走行前後でのアドレナリン分泌変動量に基づいて求められていることを特徴とする請求項2又は3に記載の着座走行疲労度評価方法。

【請求項5】請求項1～4のいずれかに記載された着座走行疲労度評価方法によって算定された着座走行疲労度から、使用された車両用シートを評価する車両用シート評価方法。

【請求項6】人体が着座した際に車両用シートに生じる人体の背中付近に対応する部分のたわみ量と人体の大腿部付近に対応する部分のたわみ量を測定するための変位センサと、前記車両用シートを車両走行状態にする振動装置と、車両走行状態での人体の頭の2～4 Hz領域での左右加速度変化率とシートの1～2 Hz領域での上下加速度を測定するための加速度センサと、測定された両たわみ量と左右加速度変化率と上下加速度から人体の着座走行の疲労度を算定する演算部と、前記演算部の演算結果から車両用シートの評価を行う評価部と、からなる車両用シート評価シミュレータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、走行状態の車両用シートに着座した人体の疲労度を評価する着座走行疲労度評価方法と、この着座走行疲労度を用いた車両用シート評価方法及び車両用シート評価シミュレータに関する。

【0002】

【従来の技術】車両走行時の快適性を向上するため、長時間運転しても疲れにくいシートの開発が求められてい

る。特に、腰痛などの身体的疲労を軽減することは、車両シートの乗り心地の改善に大きな影響を与える。座り心地といった快適性は人間の感覚であるので、試作シートに実際に被験者を座らせて車両を走行させ、走行後に着座感覚や疲労感を評価シートに書き込んでもらうという手法が採用されるが、そのような評価は被験者の主観によって左右されがちで、評価結果の信頼性が低いという問題があった。また、生体工学的には、従来から身体的疲労の評価のために表面筋電図や体圧分布計による測定を利用することはよく知られているが、被験者の負担が大きいことから、純粋な着座走行による人体の疲労度が得られにくいといった問題が生じてくる。さらに、何らかの形で評価された着座走行疲労度と、その評価に用いられた車両シートのたわみ量や振動特性などといったクッション特性とを対比しながら解析することで、車両シートの官能評価を行うことも考えられるが、簡易なやり方にも係わらず信頼性よく着座走行疲労度を評価する技術が存在していなかったことから、実現には至っていない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記実状に鑑み、本発明の課題は、走行状態の車両用シートに着座した人体に及ぼされる身体的疲労メカニズムを解明し、簡易な方法で着座走行疲労度を評価する技術、及びそのような着座走行疲労度評価技術を用いた車両シートの官能的な評価技術を提供することである。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明による着座走行疲労度評価方法は、人体が着座した際に車両用シートに生じるクッション特性を測定するステップと、車両走行状態における人体又はシートあるいはその両方の振動特性を測定するステップと、前記クッション特性と振動特性から前記人体の着座走行の疲労度を定量的に算定するステップとからなる。

【0005】この方法では、人体が着座した際に車両用シートに生じるクッション特性、つまり人体-シート系の静的な測定量と、車両走行状態における人体又はシートあるいはその両方の振動特性、つまり人体-シート系の動的な測定量とを取得し、これらの測定量から前記人体の着座走行の疲労度を定量的に算定する。この疲労度の算定には、例えば、これらの測定量を入力するとともに疲労度を出力とするニューラルネットモデリングを用いることや、これらの測定量と疲労度との相関解析から得られたアルゴリズムを用いることが可能である。

【0006】本発明の好適な実施形態の1つでは、前記算定ステップにおいて、人体に対して測定された着座走行の疲労度と前記クッション特性と前記振動特性から統計学手法によって決定された演算式が用いられる。つまり、前記クッション特性（静的な測定量）と前記振動特性（動的な測定量）を変数とする疲労度の多変量関数を

採用することにより、非常に簡単にかつ迅速に疲労度が得られることになる。

【0007】統計学手法によって決定される演算式の代表的な例として、前記クッション特性と前記振動特性を説明変数とし、前記疲労度を目的変数とする重回帰分析より得られる重回帰式が挙げられる。説明変数として、十分に高い寄与率を与える測定量を選定するならば、信頼性の高い着座走行疲労度評価が実現する。

【0008】人体の着座走行疲労度に大きな影響を与える、クッション特性に含まれる測定量や振動特性に含まれる測定量は、本願発明者による実験と、実験結果の解析を通じて最適なものが選択されるに至った。つまり、本発明の好適な実施形態では、前記クッション特性として人体の背中付近に対応する部分のたわみ量と人体の大腿部付近に対応する部分のたわみ量が選ばれ、前記振動特性として人体の頭の2～4 Hz領域での左右加速度変化率とシート1～2 Hz領域での上下加速度が選ばれている。さらに、人体の疲労度を客観的に評価するものとしてアドレナリン分泌変動量が採用されている。

【0009】上述したような方法で、特定の車両用シートに着座した人体の着座走行疲労度が高い信頼性をもって得られるならば、この得られた疲労度から車両用シートの官能的な評価が可能となる。疲労度ができるだけ小さくなるように、車両用シートの材料特性やデザイン特性を変更していくことで、最適なシートが開発可能となる。

【0010】また、車両用シートの各特性が実質的に確定している場合、疲労度が小さくなるように、動的測定量を測定する場合に用いられた車両走行振動状態、例えばサスペンション系等を順次変更して着座走行疲労度が小さいサスペンション条件を見出すことで、サスペンション系の最適評価が可能となり、乗り心地のよい車両の開発に貢献できる。

【0011】上述した疲労度評価を利用した車両用シート評価シミュレータとして、本発明では、人体が着座した際に車両用シートに生じる人体の背中付近に対応する部分のたわみ量と人体の大腿部付近に対応する部分のたわみ量を測定するための変位センサと、前記車両用シートを車両走行状態にする振動装置と、車両走行状態での人体の頭の2～4 Hz領域での左右加速度変化率とシート1～2 Hz領域での上下加速度を測定するための加速度センサと、測定された両たわみ量と左右加速度変化率と上下加速度から人体の着座走行の疲労度を算定する演算部と、前記演算部の演算結果から車両用シートの評価を行う評価部とを備えたものが提案される。この車両用シート評価シミュレータでは、車両用シートの走行状態は振動装置により自在に作り出されるとともに、前述した静的測定量は変位センサにより取得され、前述した動的測定量は加速度センサにより取得され、演算部には、静的測定量と動的測定量とから着座走行疲労度を導

き出す演算式が格納されている。複数の異なる車両用シートを順次交換装着してシミュレーションを行うことにより、これらの車両用シート間の快適性の評価が可能となる。また、振動装置による走行状態を任意に変化させながら疲労度を評価することにより、車両構造、特にサスペンション系の評価を行うことも可能となり、この評価シミュレータは、サスペンション評価シミュレータとしても機能することになる。本発明によるその他の特徴及び利点は、以下図面を用いた実施形態の説明により明らかになるだろう。

【0012】

【発明の実施の形態】図1には、本発明による着座走行評価方法及び車両用シート評価方法が適用される車両用シート評価シミュレータが示されている。このシミュレータは、台座1と、台座1に取り付けられた運転部2と、台座1に装着される車両用シート（以下単にシートと称する）3と、台座1に車両走行状態に類似する振動を与える3軸振動装置4と、運転部2における操舵状態に合わせてディスプレイ6に走行シーンを表示するとともに振動装置4を制御するコントローラ5を備えている。

【0013】シート3は、図2に示されているように、バック部3aとクッション部3bとヘッドレスト3cから構成されており、必要に応じてこのシート3には被験者としての人体が着座した際に車両用シートに生じるクッション特性を測定する変位センサ8として、バック部3aには人体が着座した際に生じる車両用シートの人体の背中付近に対応する部分のたわみ量を測定する第1変位センサ8aが取り付けられ、クッション部3bには人体の大腿部付近に対応する部分のたわみ量を測定するための第2変位センサ8bが取り付けられる。さらに、車両走行状態における被験者やシート3の振動特性を測定する加速度センサ7として、このシート3に着座する被験者の頭部に取り付けられてその左右加速度を測定する第1加速度センサ7aやクッション部2の上下方向の加速度を測定する第2加速度センサ7bが備えられている。

【0014】運転部2にはハンドル21や必要に応じてブレーキやアクセルなどを備えられ、さらにそのような車両操縦機器の動きを検出して操縦信号を生成するとともにこの操縦信号をコントローラ5に送信する操縦信号発生器22が設けられている。

【0015】コントローラ5はマイクロコンピュータを中核要素として構成されており、そのI/Oインターフェース50を介して、前述した加速度センサ7、変位センサ8、操縦信号発生器22、ディスプレイ6など以外にも種々の操作入力を行うキーボード等の操作入力機器9やプリンタと接続されている。さらには、振動装置4に対して操作制御信号を送るために、振動装置4のコントローラ40とも接続されている。

【0016】よく知られているようにこのようなコントローラ5は、ROMやRAMなどに格納されたプログラムによるCPUの動作により、つまりハードウェアやソフトウェア（プログラム）によって種々の機能を実現するが、特に本発明に関係する機能としては、図3に示されているように、操作入力機器9や操縦信号発生器22からの信号に対応してシート3にこのシミュレータを通じてどのような走行状態を提供するかどうかを設定する運転条件設定部51、設定された運転条件に適合した振動を台座1に装着されるシート3に及ぼすように振動装置4を駆動するため振動装置4のコントローラ40に制御信号を与える振動装置制御部52、加速度センサ7や変位センサ8からの信号を処理するセンサ信号処理部53、後で詳しく説明される着座走行疲労度のための演算アルゴリズム（演算式）にセンサ信号処理部53で得られたセンサ信号処理結果を適用して被験者の疲労度を算定する着座走行疲労度演算部54、算定された疲労度からテスト対象となったシートの評価を行うシート評価部55、操縦信号発生器22から送られてきた操縦信号に基づいてディスプレイ6に表示される走行シーンを作り出す走行シーン生成部56が挙げられる。

【0017】次に本発明の重要な特徴である、シート3のクッション特性及び走行状態において被験者やシート3に生じる振動特性から着座走行において被験者が受ける疲労度を算定する演算式の求め方を詳しく説明する。

【0018】本発明では、車両走行時にシート3に着座した被験者に蓄積されていく疲労を従来のように主観的ではなく定量的に決定する指標として、ストレスホルモンの一種であるアドレナリン（カテコールアミン）の分泌を利用している。このため、まず被験者は安静状態でのアドレナリン分泌量を測定するため60分間安楽椅子でリラックスし、その直後に採尿を行う。次に、次に前述したシミュレータに取り付けられた評価対象となるシート3に着座し、所定の運転条件に対応する車両走行状態が作り出され、60分間の着座走行シミュレートが行われる。車両走行状態において被験者である人体やシート3に生じる振動特性が測定が数回にわたって測定される。また、着座走行シミュレート前に（後で行うことも可能であるが）、被験者が着座した際にシート3に生じるクッション特性を測定しておく。着座走行シミュレートの終了後、このような着座走行の負荷を受けた後の被験者のアドレナリン分泌を測定するために直ちに採尿が行われる。従って、着座走行シミュレート前後におけるアドレナリン分泌の差が着座走行によって被験者が受けた疲労度とみなされる。

【0019】疲労度を表す特徴量、つまり着座走行シミュレート前後におけるアドレナリン分泌の差に関して、運転条件が一定の場合、前述したクッション特性と振動特性が影響因子と考えられるが、クッション特性としては、例えば、被験者としての人体の背中付近に対応する

部分のたわみ量や大腿部付近に対応する部分のたわみ量や腰部付近に対応する部分のたわみ量などが挙げられ、振動特性としては、例えば、種々の振動周波数領域での頭部や腰部の上下加速度や前後加速度あるいは加速度変化率、同様にシート3の各部での種々の振動周波数領域での上下加速度や前後加速度あるいは加速度変化率が挙げられる。着座走行シミュレートを通じて得られたデータから、疲労度に対する各種クッション特性と振動特性の相関関係を調べることにより、クッション特性と振動特性から疲労度を導く疲労度評価式を作成することができる。

【0020】次に、疲労度評価式の作成手順を図4のフローチャートを用いて説明する。なおここでは、評価式の作成では、クッション特性と振動特性を説明変数とし、アドレナリン変動量を目的変数として重回帰分析の手法が用いられている。また、評価対象となるシート3を車両走行状態とするために前述したシミュレータを利用することができる。

【0021】まず、静的な測定量として、前述した評価対象シート3に対するクッション特性の測定が行われる（#2）。十分に安静にされた被験者から採尿して、着座走行前のアドレナリン分泌量が測定される（#4）。被験者をシミュレータに装着された評価対象シート3に着座させ（#5）、シミュレータをスタートさせる（#8）。これにより、着座走行シミュレーションが作り出されるので、所定のタイミングで、動的な測定量として、前述した振動特性の測定が行われる（#10）。予定通りの測定量が取得されると、シミュレータを停止させ、着座走行シミュレーションを終了する（#12）。直ちに、被験者から採尿して、着座走行後のアドレナリン分泌量が測定される（#14）。取得されたクッション特性に関する測定量と振動特性に関する測定量及び着座走行後のアドレナリン分泌量から着座走行前のアドレナリン分泌量を差し引いて得られたアドレナリン変動量を測定データファイルとして格納する（#16）。このような測定プロセスが、用意されている仕様の異なる全てのシート3に対して行われる（#18）。

【0022】説明変数としてのクッション特性や振動特性に関するデータファイルと、目的変数としてのアドレナリン変動量に関するデータファイルが作成されると、次には、これらのデータファイルを用いて、重回帰分析が行われる。まず、説明変数として用いられる項目をクッション特性や振動特性に関するデータファイルから選択する（#20）。次いで、よく知られた重回帰分析のアルゴリズムを用いて重回帰式の回帰係数を算定し（#22）、得られた重回帰式を検定する（#24）。以上のような重回帰分析は、複数の説明変数の候補の中から選択しながら繰り返し行われる（#26）。なお、複数の説明変数の候補の中から最適な説明変数を選択する方法としては種々の手法が知られており、例えば複数個の

説明変数の候補の中から全ての組み合わせ毎の回帰モデルを検討する総あたり法、説明変数が1つも含まれていない場合から開始して説明変数を1つずつ増加させる前進選択法、説明変数の候補が全て含まれた状態から開始して説明変数を1つずつ減少させる後退消去法、説明変数を増減させる逐次法等のうち任意の手法を採用することができる。考えられる説明変数の選択に基づく重回帰分析が完了すると、その分析結果から、最も寄与率の高い重回帰式が特定され、着座走行疲労評価式として採用される(#28)。

【0023】本出願の発明者による実験結果から得られるとともに、この実施形態で用いられている着座走行疲労評価式は以下の通りであり、説明変数としては、人体の背中付近に対応する部分のたわみ量：X1、人体の大腿部付近に対応する部分のたわみ量：X2、人体の頭部の2～4Hz領域での左右加速度変化率：X3、シートの1～2Hz領域での上下加速度：X4が抽出されており、もちろん目的変数はアドレナリン変動量：Yである。つまり、着座走行疲労度(アドレナリン変動量)は、

$$Y = a \cdot X1 + b \cdot X2 + c \cdot X3 + d \cdot X4 + e$$

ここで、eは調整値であり、係数は、 $a = -5$ 、 $b = 200$ 、 $c = -0.05$ 、 $d = -0.003$ となっているが、本発明はこれらの数値に限定されるわけではない。

【0024】上記着座走行疲労度評価式から得られるシート設計に関する重要な点は、シート3のクッション部3bに生じる振動の低周波成分を低減することと、着座する人間の背中付近に対応する部分や大腿部付近に対応する部分のたわみ量を大きくすることである。

【0025】次に、上記のような着座走行疲労度評価式をコントローラ5の着座走行疲労度演算部54に組み込んだ車両用シート評価シミュレータを用いたシート評価手順を図5のフローチャートを用いて説明する。まず、評価対象シート3を選択し(#52)、選択されたシート3をシミュレータの台座1に装着する(#54)。被験者がシミュレータに乗り込み、装着されたシート3に着座し、第1変位センサ8aによって被験者の背中付近に対応する部分のたわみ量：X1が測定されるとともに、第2変位センサ8bによって被験者の大腿部付近に対応する部分のたわみ量：X2が測定される(#56)。

【0026】次いで、装着されたシート3を特定の車両走行状態になるように台座1を振動させるための運転条件を振動装置4に対して設定する(#58)。被験者をシート3に着座させ(#60)、シミュレータを起動して、シート3及び被験者を着座走行状態にもたらし(#62)。この着座走行状態において、被験者の頭部に取り付けられている第1加速度センサ7aによって頭部の左右加速度が測定されるとともに第2加速度センサ7bによってクッション部2の上下方向の加速度が測定され

る。この測定プロセスを通じて、センサ信号処理部53が頭部の2～4Hz領域での左右加速度変化率：X3、シートの1～2Hz領域での上下加速度：X4を決定する(#64)。測定が完了すると、シミュレータが停止され(#66)、着座走行疲労度演算部54がステップ#56で得られた2つのたわみ量とステップ#64で得られた左右加速度変化率と上下加速度を用いて上述した着座走行疲労度評価式からアドレナリン変動度つまり着座走行疲労度を演算する(#68)。

【0027】さらに、別な運転条件、例えば、高速道路走行状態、市街地走行状態、オフロード走行状態などが選択されるならば(#70)、再びステップ#58に戻り、異なる運転条件で着座走行疲労度算定ルーチンを繰り返す。さらに選択すべき運転条件がない場合、さらに別な評価対象シート3が存在するかどうかチェックされ(#72)、新たな評価対象シート3を選択する場合、再びステップ#52に戻り、異なる評価対象シート3で着座走行疲労度算定ルーチンを繰り返す。新たに選択すべき評価対象シート3ない場合、シート評価部55がそれまでに得られた着座走行疲労度から評価対象となったシート3の評価を行い、必要ならその評価リストをプリント等で出力する(#74)。

【0028】上述された実施の態様では、シミュレータを用いて着座走行疲労度からシート3の評価を行う技術内容が説明されたが、例えば、特定のシート3を装着したままにしておき、異なる台座1と振動装置4の間にモデル化された評価対象のサスペンション系を介装し、着座走行疲労度を算定することにより、サスペンション系の評価を行うことも可能である。このサスペンション系のモデル化にあたっては、ハードウェア的に構成してもよいし、数学モデル化を通じてプログラマ的に構築して振動装置4の振動モードに組み込ませて構成することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による着座走行評価方法及び車両用シート評価方法が適用される車両用シート評価シミュレータの模式図

【図2】評価対象シートに取り付けられたたわみセンサを示す斜視図

【図3】コントローラによって実現される機能を示す機能ブロック図

【図4】疲労度評価式作成の手順を示すフローチャート

【図5】シミュレータを用いた車両用シート評価の手順を示すフローチャート

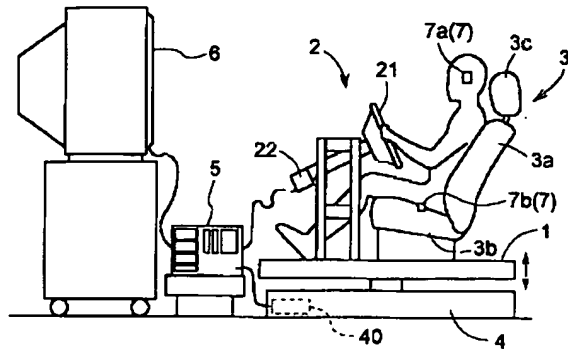
【符号の説明】

- 3 車両用シート
- 4 振動装置
- 5 コントローラ
- 7 加速度センサ
- 8 変位センサ

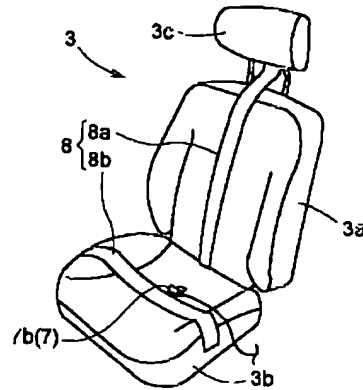
51 運転条件設定部
53 センサ信号処理部

54 着座走行疲労度演算部
55 シート評価部

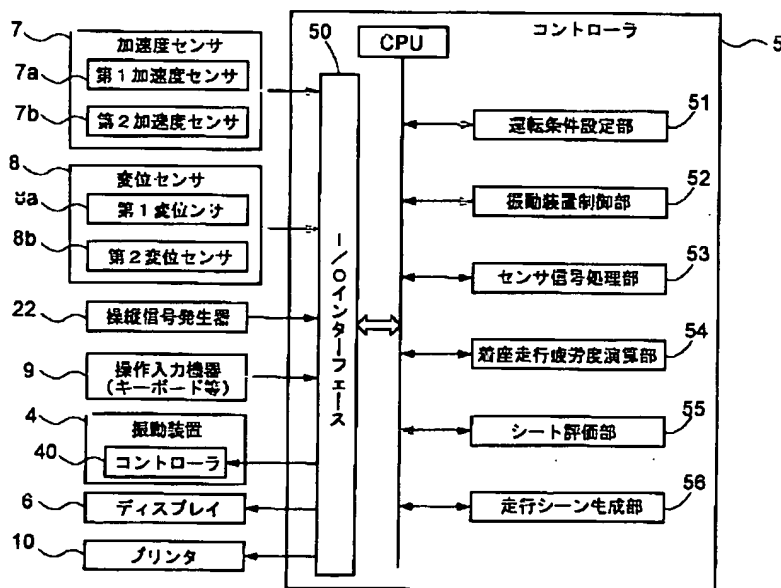
【図1】



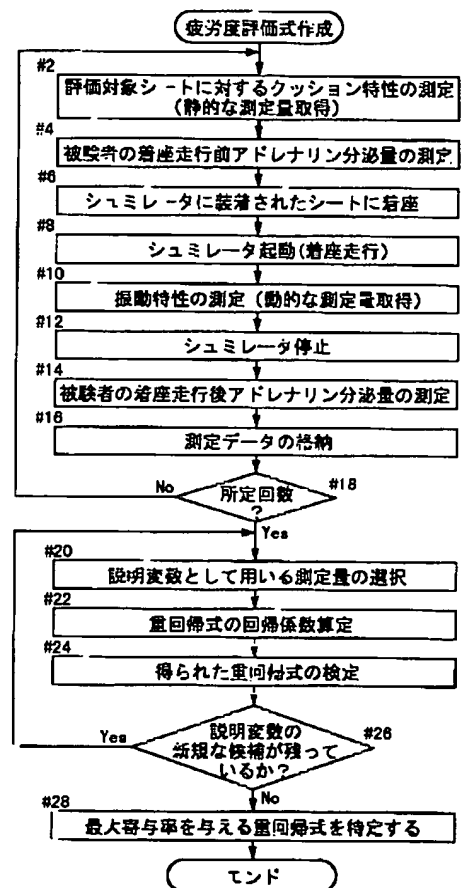
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

